

## Note de recherche

# La faune de la litière de la subéraie de la Mamora

N. EL ALAMI IDRISSE\*

(Reçu le 05/07/2012; Accepté le 10/09/2012)

## Résumé

L'étude de la faune de la litière a été effectuée en subéraie de Rabat. Deux zones ont été comparées: une zone non pâturée par le bétail (clôturée) et une zone pâturée. Les Acariens et les Collembolles constituent les groupes dominants; viennent par la suite les Coléoptères, les Diptères, les Hyménoptères, les Aranéides, les Diplopodes et les Isopodes. D'autres animaux sont moins nombreux ou rares comme les Pseudo scorpions et les Thysanoures.

L'analyse phénologique a montré que les Acariens et les Collembolles sont surtout liés aux précipitations et aux températures favorables. D'autres sont plutôt abondants en hiver (Diplopodes) ou en été (certains Arachides).

Les Microarthropodes (Acariens et Collembolles) et d'autres représentant comme les Araignées sont légèrement plus abondants en zone clôturée qu'en zone pâturée, ceci est probablement dû au piétinement qui est accentué en zone pâturée. Certains groupes semblent être indifférents à cette perturbation, notamment les adultes de certains Scarabaeidae (Coprins et Scarabacuses), alors que d'autres y sont peu sensibles (Isopodes, Diplopodes).

**Mots-clés:** Litière – *Quercus suber* – Faune – Analyse des peuplements – Maroc.

## INTRODUCTION

La compréhension de la structure et du fonctionnement du sol impose l'étude des populations qui y vivent et les relations qu'elles entretiennent avec un environnement particulièrement complexe.

Ce travail de recherche a pour objectifs essentiels d'une part de caractériser le peuplement de la litière de la subéraie (inventaire, biologie et phénologie des différents représentants), et d'autre part de faire une comparaison d'un point de vue qualitatif et quantitatif entre deux zones: une zone non pâturée et une zone pâturée. Cette comparaison permet d'apprécier l'action du bétail et les conséquences de sa présence quotidienne sur la faune de la litière.

Nombreux sont les travaux de recherches effectués sur la faune du sol et de la litière. Certains chercheurs (Edward et al., 1970 ; Ponge, 2000) ont démontré expérimentalement l'action des invertébrés de la macrofaune sur la décomposition de la litière des chênes et des hêtres. La litière représente l'ensemble des matériaux provenant des parties aériennes, ou des parties souterraines. Cette litière va être en partie minéralisée, solubilisée et incorporée au sol par la pédofaune.

La composition et la structure de la litière ont une influence sur la diversité et l'abondance des différents

représentants de la faune (Flogaris et Blandin, 1985). Certaines espèces de Collembolles présentent une fréquence importante dans des biotopes bien différenciés, ce qui en fait d'excellentes indicatrices d'humidité, d'acidité ou du type d'humus (Correa et al., 2001; Geoffroy et al., 1981; Ponge, 2000). En étudiant la relation entre les variations des populations de la faune de la litière (Enchytraeides, Macroarthropodes et Lombriciens) et les différents types d'éclaircies, certains chercheurs (Soddy et al., 1984) ont suggéré que la proportion des Enchytraeides dans le sol pourrait être indicatrice du degré de perturbation de la litière.

A notre connaissance, au Maroc, aucune étude approfondie n'a été consacrée à la faune du sol et de la litière. Dans ce contexte, il était nécessaire en premier lieu d'étudier la faune de la litière de la subéraie.

En préalable à l'étude des multiples rôles que peut remplir cette faune dans le fonctionnement du sol de la subéraie, il était indispensable d'établir une description précise des peuplements qu'elle forme dans deux zones (non pâturée et pâturée) afin de connaître la composition et les cycles saisonniers des principaux représentants.

\* Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6206 Madinat Al Irfane, 10101 Rabat, courriel : [n.elalamiidrissi@iav.ac.ma](mailto:n.elalamiidrissi@iav.ac.ma)

## MATERIEL ET METHODES

### Situation géographique, végétation, climatologie locale et pédologie de la zone d'étude

L'étude a été réalisée en forêt de Temara qui s'étend sur une surface de 4500 ha. La végétation est composée à 99% de chêne-liège (*Quercus suber* L.), d'Eucalyptus et de pin. Le sous-bois est constitué essentiellement de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.), de cytises à feuilles de lin (*Teline linifolia* L.), de cistes à feuilles de sauge (*Cistus salviifolius* L.) et de palmier nain ou « doum » (*Chamaerops humilis* L.). La strate herbacée comprend environ 200 espèces appartenant essentiellement aux Graminées, Composés et Légumineuses.

La zone non pâturée (clôturée) se trouve dans la station de Recherches Forestières de « Mkhinza » située au Sud-Est de Rabat dans la lisière de la forêt de Temara. Elle dispose d'une parcelle boisée d'environ 15 ha de superficie. La zone pâturée est située à côté de cette station.

Ces deux zones sont soumises aux contrastes du climat méditerranéen, caractérisé par une opposition entre une saison froide et pluvieuse et une saison chaude et sèche.

Le sol repose sur une formation sableuse de couleur rouge constituée de sables grossiers (20%) et de sables fin (65%). Le pH est acide en zone non pâturée, acide à neutre en zone pâturée.

Dans la litière, on distingue deux couches: la couche L (litière entière) constituée essentiellement de graminées, de cistes, de cytises, de lavande, de palmier nain et de feuilles mortes de chêne-liège. La couche F + H (litière fragmentée + litière humifiée) est constituée presque entièrement de boulettes fécales qui lui donnent la structure grumeleuse, l'humus est l'ensemble des couches de surface contenant de la matière organique (Toutin, 1981; Ponge, 1983). Les humus doux (ou mull) recouvrent les sols de pH 5 à pH 8 (Abcielier, 1978; Jouraipny et al., 2005) et de C/N (carbone/azote) compris entre 10 et 20 (Tietz Delemps, 1970). Dans notre cas l'humus est de type mull.

### Chutes de litière

Les retombées de litière ont été étudiées. Pour des raisons pratiques, l'apport des litières souterraines n'a pas été étudié. Trois pièges grillagés à fond de 1 m surélevés par rapport au sol ont été placés dans la zone clôturée. Les feuilles ont été ramassées une fois par mois puis pesées en laboratoire et séchées à 100°C pendant 24 heures.

### Echantillonnage de la faune de la litière

Nous avons utilisé plusieurs techniques en fonction de la catégorie de la faune à prélever (selon la taille et la localisation). La méthode de prospection a été utilisée pour les animaux se trouvant sous les abris ou pour ceux qui circulent librement au niveau de la litière, et pour les colonies de fourmis; dans ce cas

un échantillon du dôme de la fourmilière est prélevé chaque fois qu'il est rencontré afin de déterminer les espèces en laboratoire.

Pour les autres animaux nous avons réalisé des prélèvements globaux de la litière (L et F+H) par des quadrats. Les prélèvements ont été effectués dans la litière dans l'aire de prélèvement de 200 m, leur emplacement a été choisi à l'écart des arbres en évitant les carrés prélevés précédemment. Dans un premier temps, les relevés ont été faits avec 3 types de quadrats 1/16m<sup>2</sup> (25 x 25 cm), 1/8m<sup>2</sup> (35 cm x 35 cm) et ¼ m<sup>2</sup> (50 cm x 50 cm) à raison de 6 relevés par quadrat et par semaine. Après les dénombrements d'animaux existants, juste après les extractions, nous avons choisi le quadrat 1/16 m<sup>2</sup> qui nous paraissait le plus pratique. Le nombre de relevés a été fixé à 6 par zone (6 en clôturée et 6 en zone pâturée).

Les méthodes d'extraction de la faune du sol et de la litière ont fait l'objet de très nombreuses publications. Les extracteurs que nous avons utilisés sont de type BERLESE-TULLGRAN. Chaque extracteur est constitué d'un entonnoir en plastique (25 cm de diamètre) sur lequel nous avons placé un tamis en toile métallique à maille de 5 mm.

Plusieurs essais de tamis à maille de 1 à 2 mm nous ont permis de constater que les extractions étaient dans ce cas limitées aux Microarthropodes. Sur chaque tamis on dispose l'échantillon de la litière; un flacon de récolte renfermant de l'eau et une faible quantité de détergent ferme la base de l'entonnoir. L'échantillon est desséché progressivement au moyen d'une lampe (60 W) placée à 25 cm au dessus de celui-ci. Pour l'ensemble des prélèvements, nous avons décidé de garder en fonctionnement les extracteurs toute la semaine. A partir des essais de relevés journaliers, nous avons constaté que l'extraction est achevée au bout de 3 à 4 jours quand le sol est sec (en été), et au bout de 5 à 6 jours quand le sol est humide (en hiver).

Pour la majorité des animaux nous sommes arrivée à la détermination au genre et même à l'espèce. Dans le cas des Acariens, nous nous sommes arrêtée au familles.

## RÉSULTATS

### La litière

La litière de la subéraie est peu épaisse; en zone pâturée la structure de celle-ci et l'aspect des feuilles montrent que cette couche superficielle est encore plus mince avec une discontinuité accrue et un sol tassé.

Les retombées annuelles sont en moyenne de 188 g de matière sèche par m<sup>2</sup>. Celles-ci n'ont pas un rythme régulier toute l'année: les retombées automnales constituent 64% de retombées annuelles. La figure 1 montre des valeurs élevées enregistrées en septembre, octobre et novembre avec un pic en novembre. A partir de ce mois, on constate une diminution importante de la quantité des retombées.

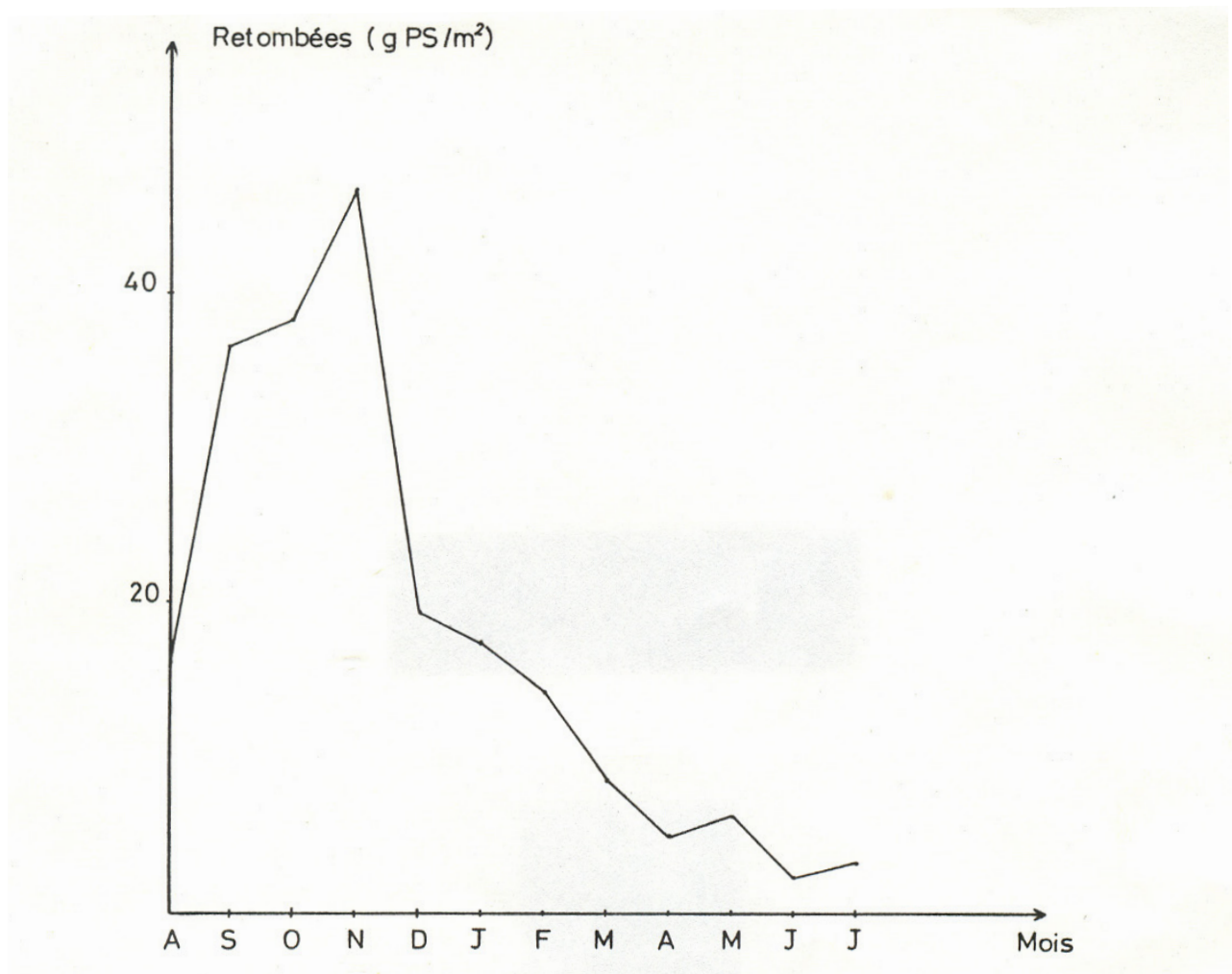


Figure 1 : Evolution des retombées de litière

### Les différents groupes biologiques de la faune de la litière

Dans la mésofaune, les Acariens sont surtout représentés par les *Oribatidae*, les *Trombidae* et les *Erythraeidae* (tableau 1). Ces animaux ingèrent moins de litière que les Collembolles, ils se nourrissent des cellules des feuilles. Dans le cas des Collembolles, ce sont surtout des *Isotomidae* et les *Entomobryidae* qui dominent, ce sont des phytophages ou saprophages qui consomment le bois mort et divers débris végétaux. Les Pseudoscorpions récoltés sont des espèces du genre *Obisium*; elles se nourrissent de la matière organique en décomposition. Les Thysanoures ne sont pas nombreux; ils se nourrissent de débris végétaux, d'animaux et de cellulose. Les Coléoptères du groupe de la mésofaune sont en majorité représentés par les *Staphylinidae* qui ont été prélevés en fin de saison sèche; ce sont des prédateurs des larves d'insectes notamment des Diptères et vivent dans les détritus et sous les écorces. Dans le cas des Diptères ce sont les *Psychodidae* et les *Cecidomyidae* qui dominent, ils se nourrissent de débris végétaux, de racines et de bois mort en décomposition. Nous n'avons pas trouvé d'Enchytraeides qui devraient avoir un rôle

important dans la litière (Soddy et al., 1984).

En ce qui concerne la macrofaune, les vers de terre du genre *Lumbricus* se nourrissent essentiellement à partir des débris végétaux qu'ils ingèrent mélangés à la terre. Ces vers endogés, pigmentés ne remontent en surface que pour s'alimenter. Les adultes des Coléoptères du genre *Scarabaeus* et *Copris* (*Scarabaeidae*) ont été rencontrés uniquement en zone pâturée; ils confectionnent un nid et transportent de la bouse. Dans le cas des fourmis, des *Aphaenogaster* édifient des nids épigés en se servant de la végétation comme support, ce sont des espèces carnassières. Les *Camponotus* sont omnivores, ils édifient des nids sphériques de taille moyenne. Parmi les autres insectes inventoriés on rencontre des Termites (Isoptères); ce sont des espèces arboricoles qui restent en contact avec le sol pour leur alimentation en eau.

Les Diplopodes (Myriapodes) et Isopodes (Crustacés) préfèrent les lieux humides. Les Araignées du genre *Lyniphia* sont sédentaires; elles tissent des toiles dans la litière entre les débris foliaires.

Dans le cas de la mégafaune, les Reptiles et les Mammifères insectivores sont assez rares.

**Tableau 1: Inventaire qualitatif des différents groupes biologiques de la faune de la litière****MESOFAUNE**

Acariens	Autres Arachnides	Collemboles	Autres Apterygotes	Coléoptères	Diptères
<b>Fam/Oribatidae</b> <b>F./ Uropodidae</b> <b>F./ Anystidae</b> <b>F. Ameroseidae</b> <b>F./ Erythraeidae</b> <b>F./ Acarididae</b> <b>F. Trombidae</b>	<b>Scl./ Pseudoscorpions</b> <i>Obisium sp.</i>	<b>S.O./ Arthropléones</b> <b>F./ Poduridae</b> <i>Podura sp.</i> <b>F. Isotomidae</b> <i>Isotoma sp.</i> F. Entomobryidae Entomobrya sp. Willowsia sp. Symphyléones F./ Sminthuridae <i>Bourletiella sp.</i>	<b>O/ Thysanoures</b> <b>F./ Machilidae</b> <i>Machilis sp.</i> <b>F./ Lepismatidae</b> <i>Lepisma sp.</i>	<b>F./ Staphylinidae</b> <i>Nomalota sp.</i> <b>F./ Scolytidae</b> <i>Pityogenes sp.</i> <b>F./ Platypodiidae</b> <i>Platypus</i>	<b>S.O./ Nématocères</b> <b>F/ Cecidomyiidae</b> <i>Miastor sp.</i> <b>F./ Psychodidae</b> <i>Psychodida sp.</i> <b>F./ Sciaridae</b> <i>Trichosia sp.</i> F. Culicidae Corethra sp. S.O. Brachycères F. Empididae Microphorus sp. F./ Drosophilidae <i>Drosophila sp.</i> F./ Chironomidae

**MACROFAUNE**

Coléoptères	Orthoptères et autres Ptéryogote	Arachnides-Myriapodes Crustacés	Annelides-Mollusques
<b>F./ Scarabaeidae</b> <b>S.F./ Coprinae</b> <i>Scarabaeus sacer</i> (L) <i>Copris lunaris</i> (L) <b>S.F./ Cetoininae</b> <i>Hybalus sp.</i> <i>Oxythyrea funesta</i> (PODA) <i>Epicometis hirta</i> (PODA) <b>S.F./ Geotrupinae</b> <i>Geotrupes intermedius</i> (COSTA) <b>S.F./ Melolontinae</b> <i>Hoplia argentea</i> (BDA) S.F./ Oryctinae <i>Oryctes nasicornis</i> (L) <b>F. Tenebrionidae</b> <i>Pimelia sp.</i> <i>Dlaps mucronata</i> (LATR) F./ Alleculidae <i>Helioestaurus longitarsis</i> <b>F./ Scaritidae</b> <i>Scarites buparius</i> (FORST)	<b>O/Orthoptères</b> <b>F. Acridae</b> <b>S.F./ Pamphagidae</b> <i>Euryparyphe latus</i> <b>S.F./ Acridinae</b> <i>Aiolopus thalassinus</i> (F.) <b>S.F./ Catantopinae</b> <i>Pezotettis giornae</i> (ROSSI) <b>F./ Gryllidae</b> <i>Gryllus Campestris</i> (L.) <i>Gryllus bimaculatus</i> (DEGER) <b>O/ Isoptères</b> F./ Kalotermitidae <i>Kalotermites sp.</i> <b>O/ Hétéroptères</b> <b>F/ Pyrrhocoridae</b> <i>Pyrrhocoris apterus</i> (L.) O/ Hyménoptères <b>F/ Myrmicidae</b> <i>Crematogaster scutellaris</i> (OL)  <i>Aphanogaster sp.</i> F./ Formicidae <i>Componotus sp.</i>	<b>Cl/ Arachnides</b> <b>Araignées</b> <b>F. Salticidae</b> <i>Leptorchestes sp.</i> <b>F./ Drassidae</b> <i>Callilepis sp.</i> <b>F./ Linphiidae</b> <i>Linphia sp.</i> <b>Scorpions</b> <i>Buthus sp.</i> <i>Belisarius sp.</i> <b>CL/ Myriapodes</b> O/ Diplopodes F/ Iulidae <i>Schizophyllum</i> <i>Tapidarium (RUL) maroccanum</i> Cl/ Crustacés O/ Isopodes <b>F/ Onicidae</b> <i>Trichoniscus sp.</i> <i>Armadilium sp.</i>	<b>E/ Annelides</b> <b>Cl/ Annelides</b> <b>Oligochètes</b> <b>O/ Opisthophores</b> <b>F/ Lumbricidae</b> <i>Lumbricus sp.</i>  <b>E/ Mollusques</b> <b>CL/ Gasteropodes</b> <b>S.CL/ Pulmonés</b> <b>F/ Stenogypridae</b> <i>Rumina sp.</i>

**MEGAFAUNE**

Vertébrés	
<b>CL/ Reptiles</b> <b>O/ Saurophidiens</b> <b>S.O./ Sauriens</b> <b>F/ Lacertidae</b> <i>Acanthodactylus sp.</i> <b>F/ Scincidae</b> <i>Eumeces schneideri algeriensis</i> <b>E/ Anguillidae</b> <i>Ophisaurus koellekeri</i> F/ Amphisbaenidae <i>Trogonophis Wiegmani</i>	<b>O/ Ophidiens</b> <b>O/ Cheloniens</b> <i>Testudo graeca</i> <b>CL/ Mammifères</b> <b>S.P.O./ Insectivores</b> <b>F/ Erinaceidae</b> <i>Erinaceus algeris</i>



## Etude comparative de quelques cycles saisonniers de la faune de la litière

**Microarthropodes:** la composition caractéristique est dominée par les Acariens et les Collemboles (fig. 2). Ces animaux ont à peu près le même cycle évolutif. Toutefois, leurs effectifs sont plus importants en zone clôturée qu'en zone pâturée. Les valeurs maximales ont été enregistrées au printemps. Dans ce cas, on constate que les valeurs basses ont été enregistrées surtout pendant la saison chaude et sèche. Aux mois de mars et avril, les formes jeunes d'Acariens étaient plus nombreuses; de même en ce qui concerne les Collemboles, l'augmentation de l'effectif au printemps est due à celle des formes juvéniles.

**Coléoptères:** les cycles saisonniers des Coléoptères présentent des maxima d'adultes en mai, juin et juillet en zone clôturée, et en juin en zone pâturée (fig. 3). Parallèlement, des minima de larves ont été enregistrés pendant la même période. Ces Coléoptères appartiennent au groupe de la mésofaune; les densités élevées d'adultes correspondent à des densités basses de larves.

En ce qui concerne les autres Coléoptères, nous

n'avons pas étudié leur phénologie mais nous avons noté leur abondance dans les deux zones. Les Coléoptères de la famille des *Scarabaeidae* des genres *Copris* et *Scarabaeus* ont été rencontrés uniquement en zone pâturée. Les mois de mai et de juin s'avèrent les meilleurs mois d'activité de ces Insectes. Les éclosions massives des autres Coléoptères se situent au printemps.

**Diptères:** dans les deux zones, les larves de Diptères diminuent de fin août à février (fig. 4) ; les maxima ont été enregistrés au printemps. Les adultes ne sont pas abondants et leur total n'est guère représentatif car leur capture est difficile par les méthodes d'échantillonnage utilisées.

**Diplopes – Isopodes:** les effectifs de ces animaux en zone clôturée diffèrent peu. Dans le cas des Diplopes, nous avons constaté l'existence d'une relation entre les variations des Diplopes (fig. 5) et celles des précipitations. Ceux-ci augmentent dans la litière quelques jours seulement après une forte pluie. Leur évolution dans les deux zones n'est pas fondamentalement modifiée.

Dans le cas des isopodes nous avons constaté que l'effectif des adultes était plus important en avril en zone clôturée (fig. 6).

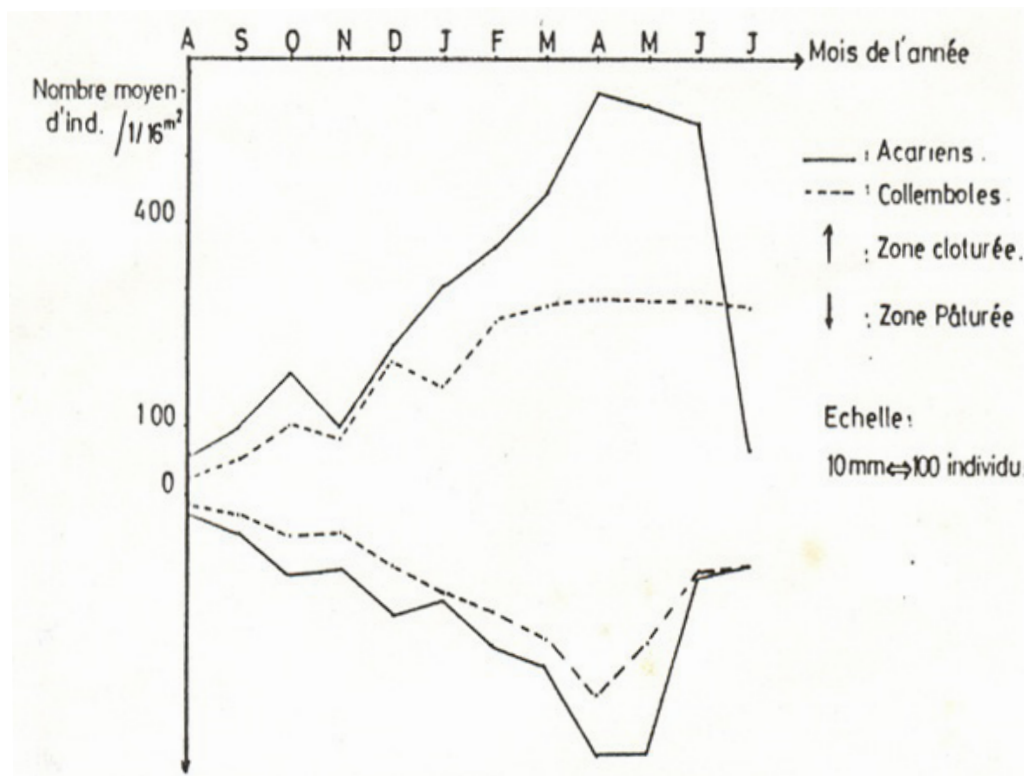


Figure 2 : Evolution des Acariens et des Collemboles en fonction des mois de l'année

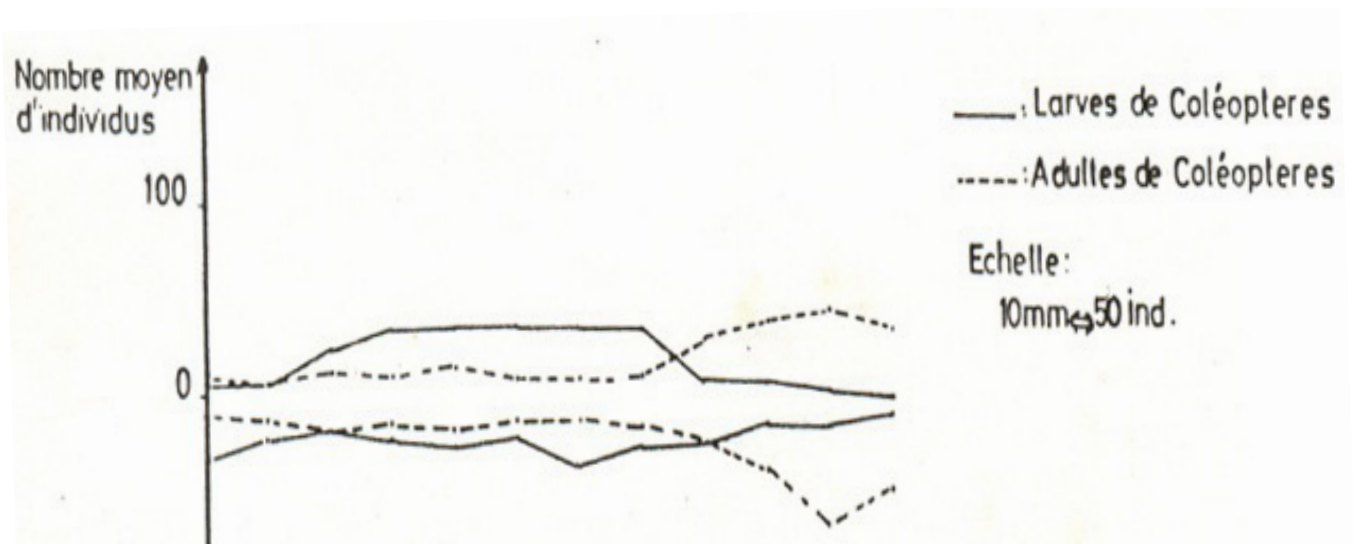


Figure 3 : Evolution des Coléoptères (larves et adultes) en fonction des mois de l'année

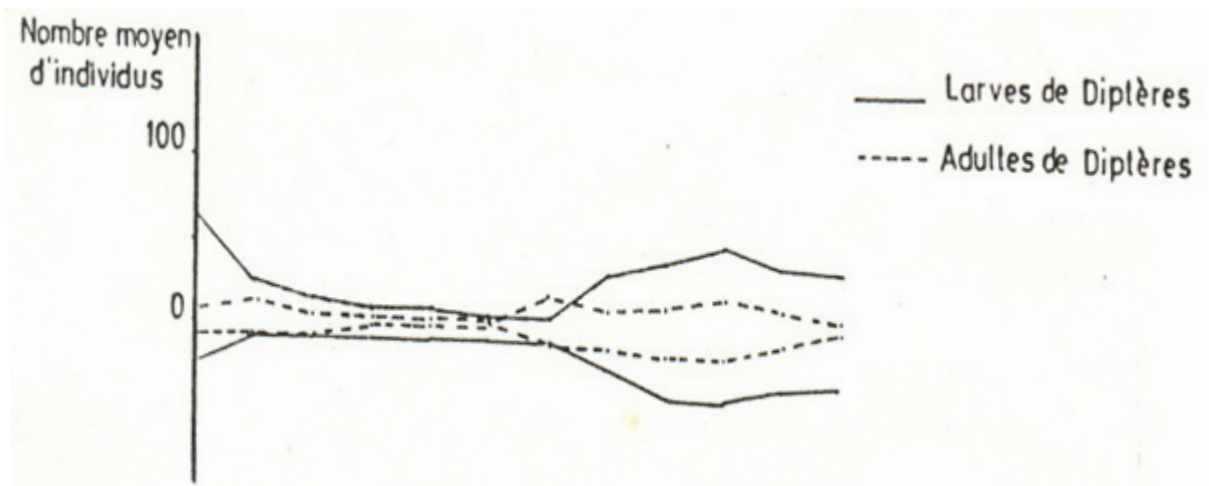


Figure 4 : Evolution des Diptères (larves et adultes) en fonction des mois de l'année

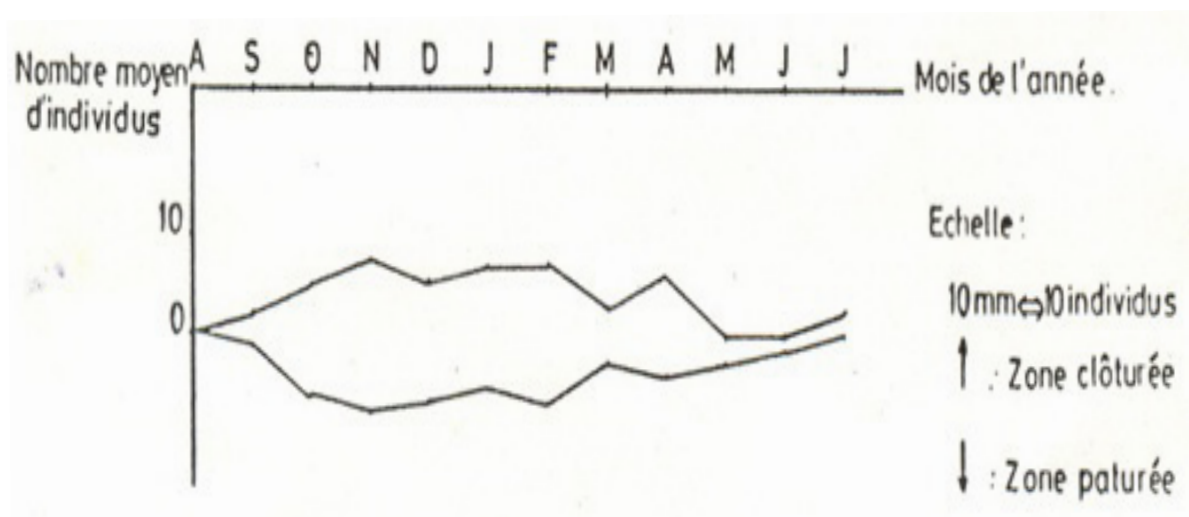


Figure 5 : Evolution des Diplopodes (Myriapodes) en fonction des mois de l'année

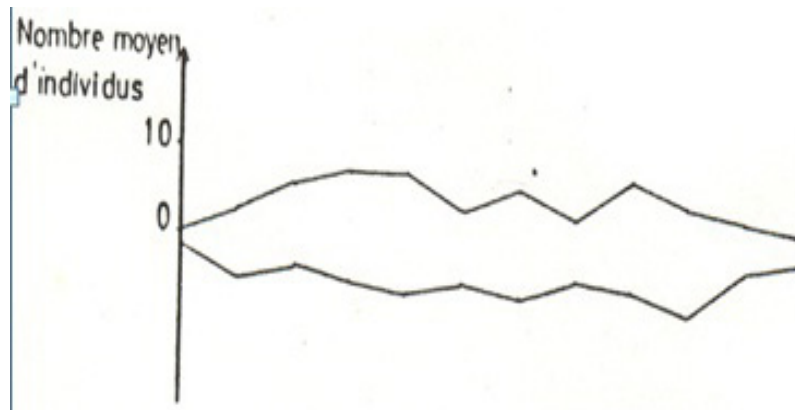


Figure 6 : Evolution des Isopodes (Gustacés) en fonction des mois de l'année

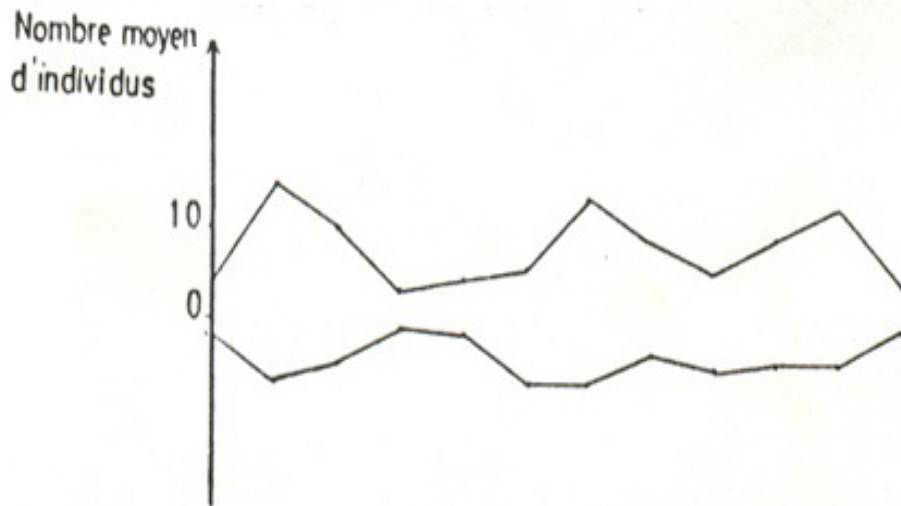


Figure 7 : Evolution des Araignées en fonction des mois de l'année

**Araignées:** nous avons inventorié trois familles (*Sallicidae*, *Drassidae*, *Linyphidae*) toutes présentes dans les deux zones. Leurs variations présentent la même allure, leur effectif présente une baisse sensible en zone pâturée (fig. 7).

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats de ce travail ont contribué à la connaissance des différents représentants de la faune de la litière. La méthode de prospection nous a permis d'observer directement les animaux et d'en retirer des renseignements éthologiques souvent très précieux. La méthode d'extraction a été très efficace par son large spectre d'action.

Au cours du cycle saisonnier, les chutes annuelles ont été de 188g/m<sup>2</sup>. Le feuillage du chêne-liège est persistant, la floraison est longue, la fructification est souvent contrariée par le froid d'hiver (Alagui, 1979).

Le chêne-liège renouvelle généralement ses feuilles au printemps. D'après nos observations, nous avons constaté que les retombées recueillies dans les pièges se font dans un temps relativement court, en automne; toutefois, la valeur élevée des retombées en novembre est probablement liée aux précipitations.

Les Acariens et les Collembolles constituent les groupes dominant aussi bien dans la zone clôturée que dans la zone pâturée, viennent par la suite, les Coléoptères, les Diptères, les Hyménoptères, les Araignées, les Diplopodes et les Isopodes. D'autres animaux sont moins nombreux ou rares comme les Pseudoscorpions et les Thysanoures. Les variations saisonnières ont apporté un ensemble d'informations importantes. Dans le cas des Microarthropodes, les densités maximales enregistrées sont probablement dues aux précipitations et température favorables; la chute brutale de leur effectif ne tient probablement pas à une forte mortalité mais à la température élevée provoquant une sécheresse dans les couches superficielles, ce qui a incité la majorité des

animaux à fuir vers des refuges édaphiques qui sont les couches sous jacentes.

D'autres représentants sont plutôt abondants en hiver (Diplopodes) ou en été (certains Arachnides). Dans le cas des Diptères, l'activité des larves a été maximale au printemps.

D'un point de vue général, nous avons constaté que la majorité des représentants ont été plus abondants en zone clôturée qu'en zone pâturée. Ceci est probablement dû au piétinement de l'homme et du bétail qui est accentué en zone pâturée.

Le piétinement peut affecter directement la faune de la litière. Certains groupes semblent être indifférents à la perturbation, c'est le cas des bousiers (*Scarabaeus* et *Copris*); ou n'y être que peu sensibles (Isopodes, Diplopodes).

Toutain F. (1981). Les Humus forestiers : structures et mode de fonctionnement. Rev. Forest. 33 (6) ; 448-477

Vannier G. (1964). Extracteur automatique de microfaune du sol à progression, pour études écologiques. Rev. Ecol.Biol.Sol, t.I, 3, p. 421-441.

## RÉFÉRENCE

Abcielier G. (1978). La faune des sols, son écologie et son action. U.R.S.T.M., Init.Doc.Tech., 30, 391.

Alagui (1979). Biologie et sylviculture du Chêne-Liège. In « Compte-rendu ». Revue sur Lynantria disper « Lab. Zool. IAV Maroc.

Correa Netot, Pereira M.G., Correa ME.F, Ajos L. HC. (2001). Litter de position soil mesofauna of a secondary forest and Eucalyptus plantation. Journal Article, Brazil, p. 70-75.

Dlaidin P., Gary I., Holfetas S. (1982). L'impact du piétinement en forêt. Rev.Eco.Biol.Sol.

Edward C.A., Reicile D.E., Grossly D.A. (1970). The role of soil invertebrates in turnover of organic matter and nutrients.

Flogatis E.; Blandin P. (1985). L'impact du piétinement sur les macroarthropodes du sol dans les forêts periurbaines étude expérimentale. Sésol. Ap. 1985, vol.6 n°2, p :129-141

Geoffroy J.J., Christophe T., Blandin P. (1981). Etude d'un écosystème forestier mixte. Traits généraux du peuplement de macroarthropodes édaphiques. Rev. Ecol.Biol.Sol, 18(1) :39-53

Hietz De Lemp A. (1970). La végétation de la terre. Init. Aux études de géographie 133pp.

Jourainpy A., Amira, El GHarous M., Revel J.C., Hafidi M. (2005). Chemical and spectroscopic of organic matter transformation during composting of sewage sludge and green plant waste. Labo fertilité des sols, Centre Arido-Culture. INRA Settati, Maroc p 101-108.

Pastor De Ward C.T. (2003). A new nematode from west Patagonian coasts. Biarmifer madrynensis sp.n., with redefinition of the genus biarmifer wiesa (Nematoda). Biologie Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles 139-149.

Ponge J.F. (1983). Les Collembolles, indicateurs du type d'humus en milieu forestier. Résultats obtenus au Sol de Paris. Acta Ecologica, Génér., 4 (4), 359-374.

Ponge J.F. (2000). Biodiversité et biomasse de la faune du sol sous climat tempéré. Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France p. 129-134.

Soddy J.P., Andre P., Legriri F.H. (1984). Influence des intensités d'éclaircies sur les populations de macroarthropodes et d'annelides dans les litières d'épicéa. Pédbiologia 26, 179-184.